

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-130330

(43)公開日 平成6年(1994)5月13日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G 0 2 B 27/64  
15/20

識別記号

府内整理番号  
9120-2K  
9120-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数4(全11頁)

(21)出願番号 特願平4-275626

(22)出願日 平成4年(1992)10月14日

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 鈴木 慶三郎

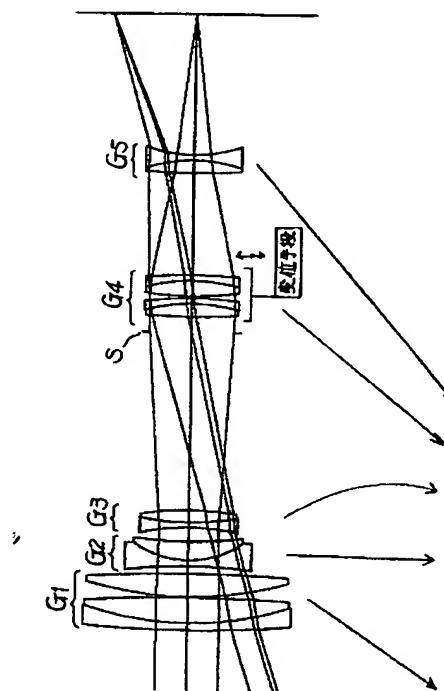
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(54)【発明の名称】 防振機能を備えたズームレンズ

(57)【要約】

【目的】防振機能を備えかつ小型で高性能な望遠ズームレンズの提供。

【構成】物体側より順に、正の屈折力を持つ第1レンズ群G<sub>1</sub>と、負の屈折力を持つ第2レンズ群G<sub>2</sub>と、負の屈折力を持つ第3レンズ群G<sub>3</sub>と、正の屈折力を持つ第4レンズ群G<sub>4</sub>と、負の屈折力を持つ第5レンズ群G<sub>5</sub>とを有し、広角端から望遠端への変倍時には、第1レンズ群G<sub>1</sub>と第2レンズ群G<sub>2</sub>の間隔が増大し、第2レンズ群G<sub>2</sub>と第3レンズ群G<sub>3</sub>の間隔は線形ないしは非線形に変化し、第4レンズ群G<sub>4</sub>と第5レンズ群G<sub>5</sub>の間隔が減少するようにレンズ群が移動するズームレンズにおいて、第4レンズ群G<sub>4</sub>を光軸とほぼ直行する方向に移動させて防振するための変位手段を設けている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】物体側より順に、正の屈折力を持つ第1レンズ群G<sub>1</sub>と、負の屈折力を持つ第2レンズ群G<sub>2</sub>と、負の屈折力を持つ第3レンズ群G<sub>3</sub>と、正の屈折力を持つ第4レンズ群G<sub>4</sub>と、負の屈折力を持つ第5レンズ群G<sub>5</sub>とを有し、広角端から望遠端への変倍時には、前記第1レンズ群G<sub>1</sub>と前記第2レンズ群G<sub>2</sub>との間隔が増大し、該第2レンズ群G<sub>2</sub>と前記第3レンズ群G<sub>3</sub>との間隔が線形ないしは非線形に変化し、前記第4レンズ群G<sub>4</sub>と前記第5レンズ群G<sub>5</sub>との間隔が減少するようにレンズ群が移動するズームレンズにおいて、前記第4レンズ群G<sub>4</sub>を光軸とほぼ直交する方向に移動させて防振するための変位手段を設けたことを特徴とする防振機能を備えたズームレンズ。

【請求項2】前記第1レンズ群G<sub>1</sub>の焦点距離をf<sub>1</sub>、前記第4レンズ群G<sub>4</sub>の焦点距離をf<sub>4</sub>、前記第5レンズ群G<sub>5</sub>の焦点距離をf<sub>5</sub>、広角端での全系の焦点距離をf<sub>W</sub>、望遠端での全系の焦点距離をf<sub>T</sub>、広角端での前記第3レンズ群G<sub>3</sub>と前記第4レンズ群G<sub>4</sub>との間隔をD<sub>W3-4</sub>としたとき、以下の条件を満足することを特徴とする請求項1記載の防振機能を備えたズームレンズ。

$$0.3 < f_1 / (f_W \cdot f_T)^{1/2} < 1.5 \quad (1)$$

$$0.25 < D_{W3-4} / f_W < 0.8 \quad (2)$$

$$0.6 < f_4 / |f_5| < 1.2 \quad (3)$$

【請求項3】前記第4レンズ群G<sub>4</sub>は物体側より順に、正又は負の屈折力を有する前群と、正の屈折力を有する後群とから成り、該後群は物体側より順に、正屈折力を有する単レンズと、負屈折力を有する単レンズとから成ることを特徴とする請求項1乃至2記載の防振機能を備えたズームレンズ。

【請求項4】前記第4レンズ群G<sub>4</sub>が防振のため光軸とほぼ直交する方向に移動する際、光軸上に固定のフレア絞りを有することを特徴とする請求項1乃至3記載の防振機能を備えたズームレンズ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は35mm判写真用レンズ、特に望遠ズームレンズの防振機能に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来より、ブレの補正を行うために防振機能を有する光学系の提案が数多く成されている。例えば、特開平1-189621号公報や特開平1-191112号公報及び特開平1-191113号公報のように2群以上のレンズ群で構成されるズームレンズにおいて、任意のレンズ群を防振のために光軸と直交する方向に移動させて補正するものや、特開平1-284823号公報のようにズーミングの際、固定の第1レンズ群中の一部のレンズ成分を光軸に対して垂直方向に移動させてブレを補正するものであった。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記の如き従来の技術では、一眼レフ用に充分なバックフォーカスを得られないこと、大きなズーム比が実現できない等の欠点を有しており、35mm判写真用の一眼レフ用レンズ、特に小型で高性能な望遠ズームレンズに対して不適であった。

【0004】そこで本発明は、防振機能を備えかつ小型で高性能な望遠ズームレンズの提供を目的としている。

## 【0005】

【課題を解決する為の手段】上記問題点を解決するため本発明は、物体側より順に、正の屈折力を持つ第1レンズ群G<sub>1</sub>と、負の屈折力を持つ第2レンズ群G<sub>2</sub>と、負の屈折力を持つ第3レンズ群G<sub>3</sub>と、正の屈折力を持つ第4レンズ群G<sub>4</sub>と、負の屈折力を持つ第5レンズ群G<sub>5</sub>とを有し、広角端から望遠端への変倍時には、第1レンズ群G<sub>1</sub>と第2レンズ群G<sub>2</sub>の間隔が増大し、第2レンズ群G<sub>2</sub>と第3レンズ群G<sub>3</sub>との間隔は線形ないしは非線形に変化し、第4レンズ群G<sub>4</sub>と第5レンズ群G<sub>5</sub>の間隔が減少するようにレンズ群が移動するズームレンズにおいて、第4レンズ群G<sub>4</sub>を光軸とほぼ直交する方向に移動させて防振するための変位手段を設けている。

## 【0006】

【作用】本発明は、35mm判写真用の望遠ズームレンズに適するように、基本的には正負負正負の5群構成から成るズームレンズを採用している。以下に、このタイプのズームレンズの特徴及び利点について簡単に説明を行う。本発明は、正負負正負の5群構成という多群構成の特徴を充分に生かしたコンパクトで結像性能に優れ、かつ高倍率化に適用できる望遠ズームレンズが達成できる。このタイプのズームレンズは、全長を短縮でき、特に広角端において全長を短縮することができる。そして多群構成であることから、レンズ群の動きかたの自由度を含め、収差補正の自由度が多いためズーム比が大きくても優れた結像性能を得ることができる。特に本発明のような、広角端において全長が短く、望遠端へのズーミングによる変倍時に全長が伸びるタイプのズームレンズは、4群アフォーカルタイプのような従来の望遠ズームレンズと比較して、広角端における全長及びズームレンズ全体の重量を減ずることができる。また、広角端における各レンズ群を通る光線の高さも小さくなるので、各レンズ群における収差の発生が小さくなり、特に広角側の収差補正の際に有利になる。更に、群数が多いため、屈折力配分の選び方の自由度が増し、一眼レフ用に充分なバックフォーカスが容易に得られる。

【0007】一般的に、望遠ズームレンズは、第1レンズ群が最も大型のレンズ群であり、フォーカシング時に繰り出されることが多い。このため、第1レンズ群を防振のため光軸に対し変位する補正光学系にすることは、保持機構及び駆動機構が大型化し好ましくない。従つ

て、本発明における正負負正負タイプも同様に、第1レンズ群を防振補正光学系にすることは好ましくない。また本発明の第5レンズ群のように変倍時の光軸方向の移動量の大きいレンズ群も機構が複雑になるため好ましくない。

【0008】然るに、開口絞り近くのレンズ群は、各画角の光線束が密に集まっているためレンズ径が比較的小さい。そこで、このような群を光軸に対し変位する補正光学系にすることは、保持機構及び駆動機構の小型化に好都合であり、収差的にも中心部と周辺部の画質の変化に差をつけて像位置の補正が可能である。このような5群系ズームタイプにおいて比較的大きなズーム比を得ようとする場合、収差補正上、第4レンズ群に開口絞りをおくことが好ましい。

【0009】従って、本発明のようなズームタイプにおいて第4レンズ群を補正群とすることが好ましく、また防振駆動機構を簡単にするために、第4レンズ群を光軸に対して、ほぼ直交する方向に移動させることにより防振補正を行なうことが好ましい。このとき開口絞りは、不要な光線を遮蔽するようために光軸上に固定されていることが望ましい。

【0010】また防振のため光軸を横切ってレンズ群が変位する際、開口絞りとは別に、光軸上に固定のフレア絞りを設ければ、不要な光線を遮蔽するのに、より効果的である。尚、機構の複雑化を避けるために、余りズーム比が大きくなき場合は、開口絞りを第3レンズ群におき、第4レンズ群の機構を簡単にしても良い。

【0011】更に、上記構成において以下の条件式を満足することが好ましい。

$$0.3 < f_1 / (f_w \cdot f_T)^{1/2} < 1.5 \quad (1)$$

$$0.25 < D_{w3-4} / f_w < 0.8 \quad (2)$$

$$0.6 < f_4 / |f_5| < 1.2 \quad (3)$$

以下に条件式(1)～(3)について説明を行う。

【0012】条件式(1)はズームレンズの広角端の焦点距離 $f_w$ と望遠端の焦点距離 $f_T$ 及び第1レンズ群 $G_1$ の焦点距離 $f_1$ に関して、適切な範囲を定めたものである。条件式(1)の上限を越えると、望遠端での全長が長くなりコンパクト化に反るのは勿論のこと、望遠端の周辺光量不足や前玉径の増大を招き、好ましくない。尚、上限を1.0以下にすればより本発明の効果を發揮することができる。逆に条件式(1)の下限を越えると、第1レンズ群 $G_1$ の焦点距離 $f_1$ が小さくなりすぎて望遠端の球面収差が補正不足の傾向になり、ズーミングによる変倍時の像面湾曲の変動が甚大となる。また、第2レンズ群 $G_2$ 以降のレンズ系による望遠端での結像倍率の大きさが過大となり、第1レンズ群 $G_1$ で発生した軸上色収差が拡大されてしまい、良好な結像性能は得られない。尚、さらに良好な結像性能を得るために、下限を0.6以上にすることが好ましい。

【0013】条件式(2)は、広角端での第3レンズ群

$G_3$ と第4レンズ群 $G_4$ との間隔 $D_{w3-4}$ を規定する条件である。条件式の説明をするにあたり、便宜のために第5レンズ群 $G_5$ を一定の状態と考えた場合、条件式

(2)の上限を越えると、球面収差とコマ収差が甚大となり、収差補正が難しくなる。更に、第5レンズ群 $G_5$ のレンズ径が大きく、全長も長くなり不都合である。逆に、下限を越えると、変倍をするために必要な空間の確保が難しくなり、高倍率化に向かない。また広角端において、外向性のコマ収差が発生しバックフォーカスの確保も困難になり不都合である。

【0014】条件式(3)は第4レンズ群 $G_4$ と第5レンズ群 $G_5$ との屈折力配分を規定するものである。条件式(3)の上限を越えると、第5レンズ群 $G_5$ の焦点距離が短くなりすぎ、広角端の非点隔差が大となる。そして広角端及び望遠端で歪曲収差が正方向に大きく移動し、ペツツバール和が負側に偏り、ズーミングによる変倍時に良好な収差バランスが保てない。また、第4レンズ群 $G_4$ で防振を行うことから光軸を横切って変位する量が大きくなり、そのため機構が大型化、複雑化しやすく不都合である。逆に、条件式(3)の下限を越えると、第4レンズ群 $G_4$ の焦点距離が短くなりすぎ、ズーミングによる変倍時には、全域にわたり球面収差が負側へ甚大となりコマ収差も大となる。また、便宜のために第5レンズ群 $G_5$ を一定の状態と考えた場合、バックフォーカスの充分な確保が難しくなる。そして第4レンズ群 $G_4$ が防振のため光軸を垂直方向に横切って変位する事が小さくなるため、その変位の位置制御が難しくなり不都合である。

【0015】ところで、第4レンズ群 $G_4$ は、良好な結像性能及び防振性能を確保するために物体側から順に、又は負の屈折力を有する前群と、正の屈折力を有する後群とから構成している。以下に前群が、①正屈折力を有する場合、②負屈折力を有する場合について説明する。

① 第4レンズ群 $G_4$ が正屈折力の前群と正屈折力の後群とから構成される場合、第4レンズ群全体の屈折力が後群と分担され、諸収差の中でも特に、球面収差の発生を小さくすることができるため好ましい。

② 第4レンズ群 $G_4$ が負屈折力の前群と正屈折力の後群とから構成される場合、第4レンズ群全体の主点が像側へ移動するため、第5レンズ群との主点間隔が広くなり、ズーミングのための空間が取れ、ズーム比の高倍率化に好ましい。また、第5レンズ群の構造を厚肉化することもできるので収差補正上好ましい。

【0016】尚、後群は物体側より順に、正の単レンズと負の単レンズとから構成することが好ましい。さらに、以下の条件を満足することがより好ましい。

$$0.5 < f_{4R} / f_4 < 2.5 \quad (4)$$

但し、

$f_4$ ：第4レンズ群 $G_4$ の焦点距離

$f_{4R}$ ：後群の焦点距離

である。

【0017】条件式(4)は第4レンズ群G<sub>4</sub>中後群の屈折力配分を規定するものである。下限を越えると、第4レンズ群の主点が増側に大きく偏移し、第3レンズ群と第4レンズ群の間隔が狭まり、変倍するための必要な空間の確保が難しくなり、ズーム比の高倍率化に不都合である。また後群で発生する諸収差のうち特に球面収差の発生が甚大となって良好な結像性能は得られない。逆に上限を越えると、後群で発生する軸上色収差が甚大となり、良好な結像性能は得られない。また相対的に前群の正の屈折力が大となるためペツツバール和が正側へ大きく偏移する傾向になり不都合である。

【0018】また、後群で発生する諸収差を小さくするために、後群を構成する正単レンズの屈折率をN凸、負単レンズの屈折率をN凹としたとき、

(N凸+N凹) / 2 > 1.7 (5)

を満たすことが望ましい。

【0019】

【実施例】以下に、本発明による各実施例について説明する。

【実施例1】図1は、実施例1のレンズ構成図であり、物体側より順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸正レンズとの貼合わせレンズと、両凸正レンズとからなる正の第1レンズ群G<sub>1</sub>と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとの貼合わせレンズとからなる負の第2レンズ群G<sub>2</sub>と、両凹負レンズと両凸正レンズとの貼合せレンズからなる負の第3レンズ群G<sub>3</sub>と、絞りSと、両凸正レンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズとの貼合せレンズと、両凸正レンズと物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズとの貼合せレンズとからなる正の第4レンズ群G<sub>4</sub>と、両凸正レンズと両凹面レンズとの貼合せレンズからなる負の第5レンズ群G<sub>5</sub>とから構成している。

【0020】そして、第1レンズ群G<sub>1</sub>と第2レンズ群G<sub>2</sub>との間隔が増大し、第2レンズ群G<sub>2</sub>と第3レンズ群G<sub>3</sub>との間隔が非線形に変化し、第4レンズ群G<sub>4</sub>と第5レンズ群G<sub>5</sub>との間隔が減少するようにレンズ群が移動し、第4レンズ群G<sub>4</sub>を光軸とほぼ直交する方向に移動させて防振を行う構成である。以下の表1に、本発明の実施例1の諸元の値を掲げる。実施例の諸元表中のfは焦点距離、FNoはFナンバー、2ωは画角を表す。そして、左端の数字は物体側からの順序を表し、rはレンズ面の曲率半径、dはレンズ面間隔、屈折率n及びアーベ数νはd線(λ=587.6nm)に対する値である。

(防振データ)

広角端 望遠端

第4群の光軸垂直方向の移動量(mm) 0.11295 0.38273

像の移動量 (mm) 0.25 1

【0021】

【表1】実施例1の諸元の値

f = 76.5 ~ 292

F No = 4.62 ~ 5.77

2ω = 32.6° ~ 8.2°

	r	d	ν	n
1	280.061	2.00	40.9	1.79631
2	77.586	7.30	82.6	1.49782
3	-428.027	.20		
4	87.627	6.50	70.1	1.51860
5	-427.957		(d5=可変)	
6	-142.978	1.70	45.9	1.54814
7	22.745	5.50	36.3	1.62004
8	104.648		(d8=可変)	
9	-52.404	1.50	47.5	1.78797
10	56.961	3.60	33.8	1.64831
11	-75.627		(d11=可変)	
12	152.933	3.80	48.1	1.71700
13	-43.246	1.60	23.0	1.86074
14	-83.641	.50		
15	71.466	4.50	57.0	1.62280
16	-42.561	1.60	33.9	1.80384
17	-150.924		(d17=可変)	
18	156.427	3.70	33.9	1.80384
19	-36.315	1.50	49.4	1.77279
20	33.124		(d20=可変)	

(変倍における可変間隔)

f	76.4987	150.0000	291.9999
D0	∞	∞	∞
d5	2.0535	25.9285	61.4300
d8	4.1341	20.1309	20.1276
d11	55.3562	23.7336	9.2402
d17	30.1656	21.9163	.9115
d20	41.5180	65.3932	100.8948

(条件対応値)

f<sub>1</sub> = 137.3, f<sub>w</sub> = 76.5, f<sub>T</sub> = 292

f<sub>4</sub> = 47.503, f<sub>5</sub> = -58.888

f<sub>4R</sub> = 102.673

D<sub>w3-4</sub> = 55.3562

N凸 = 1.62280, N凹 = 1.80384

(1) f<sub>1</sub> / (f<sub>w</sub> + f<sub>T</sub>)<sup>1/2</sup> = 0.918646

(2) D<sub>w3-4</sub> / f<sub>w</sub> = 0.72361

(3) f<sub>4</sub> / |f<sub>5</sub>| = 0.806667

(4) f<sub>4R</sub> / f<sub>4</sub> = 2.1614

(5) (N凸 + N凹) / 2 = 1.713320

図2、図3は、それぞれ実施例1の広角端での諸収差図、望遠端状態での諸収差図を示す。各収差図から明らかなように、本実施例は、諸収差が良好に補正されていることが判る。

【0022】そして各収差図において、FNOをFナンバー、Yを像高、Dをd線( $\lambda=587.6\text{nm}$ )として示している。また、非点収差を示す収差図中の実線はサジタル像面を示し、破線はメリディオナル像面を示している。

【実施例2】図4は、実施例2のレンズ構成図であり、物体側より順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸正レンズとの貼合わせレンズと、両凸正レンズとからなる正の第1レンズ群G<sub>1</sub>と、両凹負レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなる負の第2レンズ群G<sub>2</sub>と、両凹負レンズと両凸正レンズとの貼合わせレンズとからなる負の第3レンズ群G<sub>3</sub>と、絞りSと、両凸正レンズと物体側に凹を向けた負メニスカスレンズとの貼合わせレンズと、両凸正レンズと物体側に凹を向けた負メニスカスレンズとの貼合わせレンズとからなる正の第4レンズ群G<sub>4</sub>と、両凸正レンズと、両凹負レンズとからなる負の第5レンズ群G<sub>5</sub>とから構成している。

【0023】そして、広角端から望遠端への変倍時には、第1レンズ群G<sub>1</sub>と第2レンズ群G<sub>2</sub>との間隔が増大し、第2レンズ群G<sub>2</sub>と第3レンズ群G<sub>3</sub>との間隔が非線形に変化し、第4レンズ群G<sub>4</sub>と第5レンズ群G<sub>5</sub>との間隔が減少するようにレンズ群が移動し、第4レンズ群G<sub>4</sub>を光軸と直交する方向に移動させて防振を行う構成である。

【0024】以下の表2に、本発明の実施例2の諸元の値を掲げる。実施例の諸元表中のfは焦点距離、FNOはFナンバー、2ωは画角を表す。そして、左端の数字は物体側からの順序を表し、rはレンズ面の曲率半径、dはレンズ面間隔、屈折率n及びアッペ数vはd線( $\lambda=587.6\text{nm}$ )に対する値である。

【0025】

【表2】実施例2の諸元の値

f = 76.5 ~ 292

FNO = 4.71 ~ 5.87

2ω = 32.4° ~ 8.2°

(防振データ)

広角端 望遠端

第4群の光軸垂直方向の移動量 (mm) 0.10737 0.31141  
像の移動量 (mm) 0.25 1

図5、図6は、それぞれ実施例2の広角端での諸収差図、望遠端状態での諸収差図を示す。各収差図から明らかなように、本実施例は、諸収差が良好に補正されてい

	r	d	v	n
1	249.519	2.00	40.9	1.79631
2	76.291	7.50	82.6	1.49782
3	-357.836	.50		
4	95.779	6.00	70.1	1.51860
5	-564.320		(d5=可変)	
6	-133.390	1.70	45.1	1.74400
7	45.598	1.80		
8	38.299	3.80	33.8	1.64831
9	404.759		(d9=可変)	
10	-61.368	1.50	44.7	1.80218
11	38.992	5.00	33.8	1.64831
12	-82.355		(d12=可変)	
13	148.526	4.30	46.8	1.76684
14	-44.204	1.60	23.8	1.84666
15	-86.959	.20		
16	79.739	4.50	60.3	1.62041
17	-38.089	1.60	33.9	1.80384
18	-150.489		(d18=可変)	
19	751.594	3.00	23.8	1.84666
20	-88.822	4.30		
21	-97.367	1.50	46.4	1.80411
22	36.532		(d22=可変)	

(変倍における可変間隔)

f	76.4992	150.0000	291.9988
D0	∞	∞	∞
d5	2.4300	28.6704	60.1162
d9	2.9542	15.5332	13.9733
d12	53.6639	24.2782	1.3195
d18	24.7698	17.4831	1.5011
d22	44.8033	68.8967	109.3968

(条件対応値)

f<sub>1</sub> = 143.0, f<sub>w</sub> = 76.5, f<sub>T</sub> = 292

f<sub>4</sub> = 47.586, f<sub>5</sub> = -55.134

f<sub>4R</sub> = 120.768

D<sub>w3-4</sub> = 53.6639

N凸 = 1.62280, N凹 = 1.80384

(1) f<sub>1</sub> / (f<sub>w</sub> + f<sub>T</sub>)<sup>1/2</sup> = 0.956784

(2) D<sub>w3-4</sub> / f<sub>w</sub> = 0.701489

(3) f<sub>4</sub> / |f<sub>5</sub>| = 0.863097

(4) f<sub>4R</sub> / f<sub>4</sub> = 2.537889

(5) (N凸 + N凹) / 2 = 1.713320

ることが判る。

【0026】そして各収差図において、FNOをFナンバー、Yを像高、Dをd線( $\lambda=587.6\text{nm}$ )として示してい

る。また、非点収差を示す収差図中の実線はサジタル像面を示し、破線はメリディオナル像面を示している。なお、充分に変倍範囲が取れ、収差的にも充分補正が出来る場合は、第2レンズ群をズーミング中固定としても良い。

【0027】

【発明の効果】本発明によれば、防振機能を備え、かつ小型で高性能なズームレンズを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による実施例1のレンズ構成図。

【図2】本発明による実施例1の広角端での収差図。

【図3】本発明による実施例1の望遠端での収差図。

【図4】本発明による実施例2のレンズ構成図。

【図5】本発明による実施例2の広角端での収差図。

【図6】本発明による実施例2の望遠端での収差図。

【符号の説明】

$G_1 \dots \dots$  第1レンズ群

$G_2 \dots \dots$  第2レンズ群

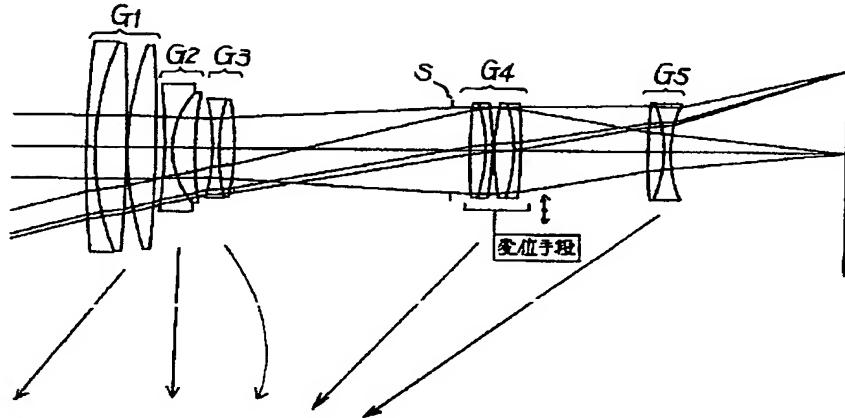
$G_3 \dots \dots$  第3レンズ群

$G_4 \dots \dots$  第4レンズ群

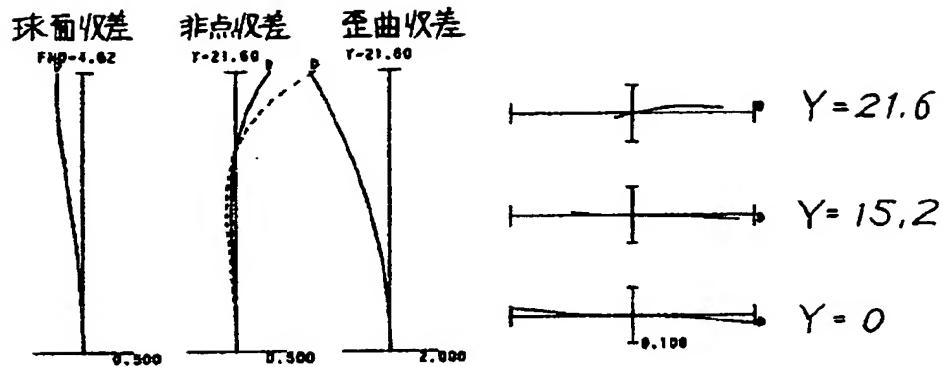
$G_5 \dots \dots$  第5レンズ群

$S \dots \dots$  紋り

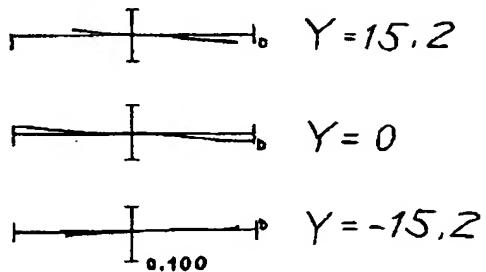
【図1】



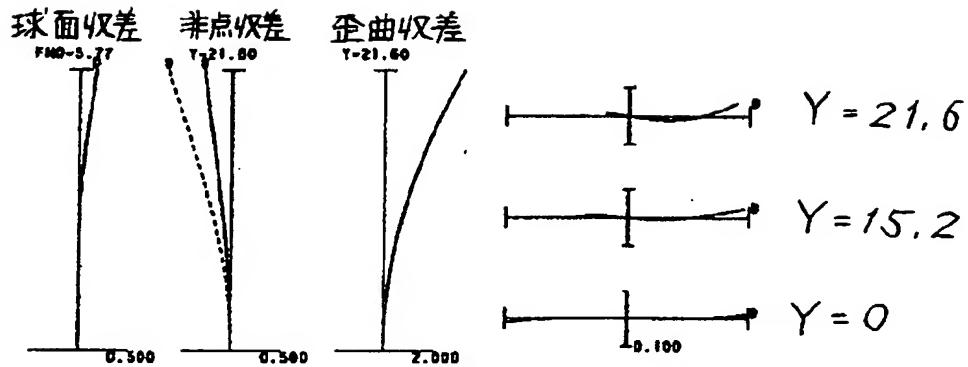
【図2】



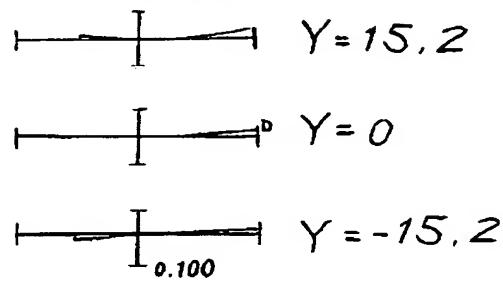
## 補正時の横収差



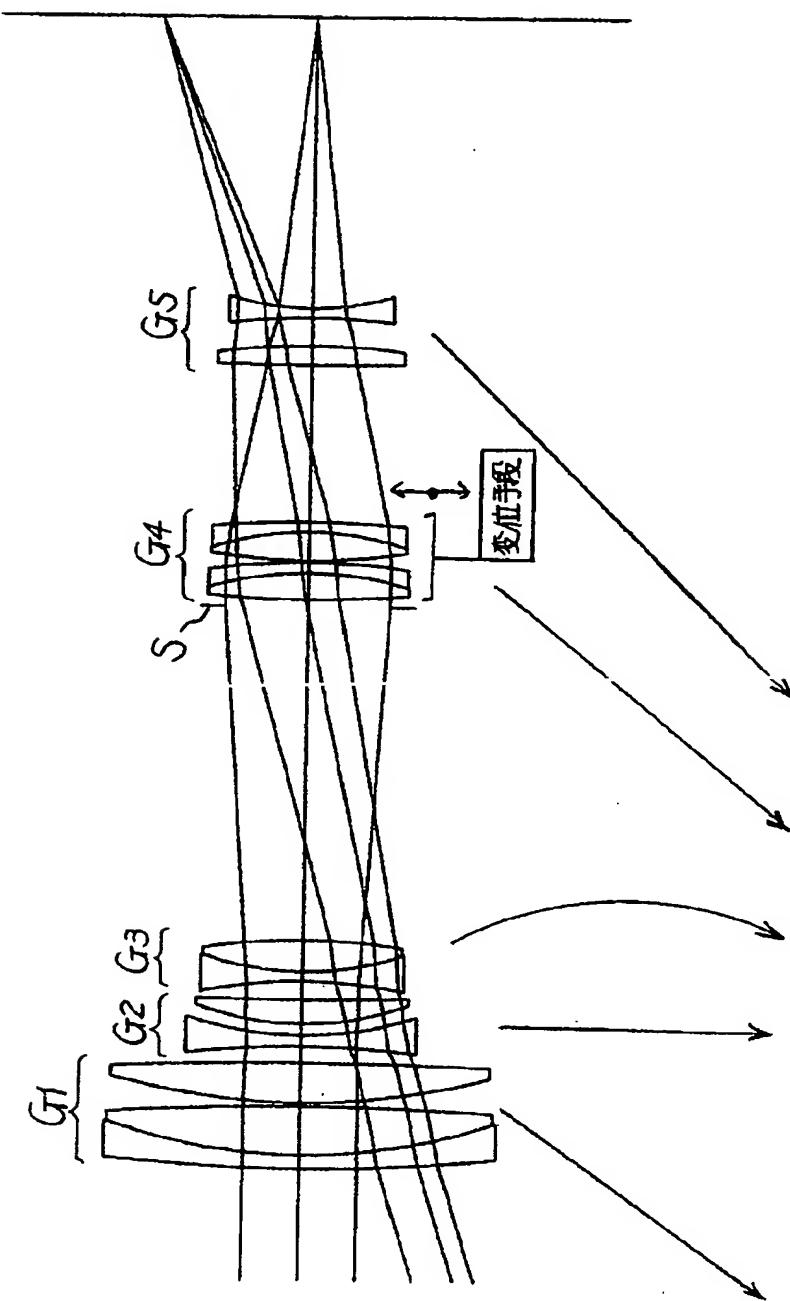
【図3】



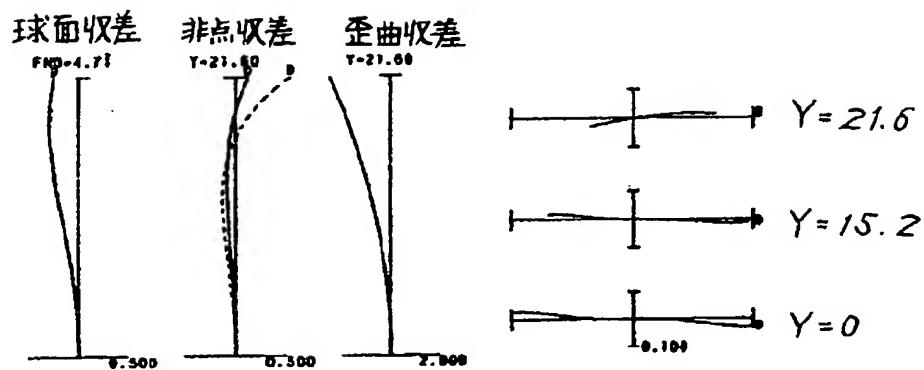
補正時の横収差



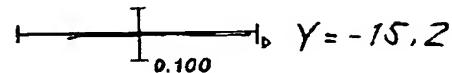
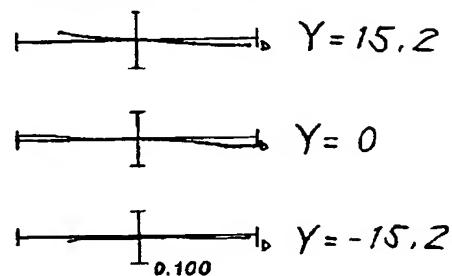
【図4】



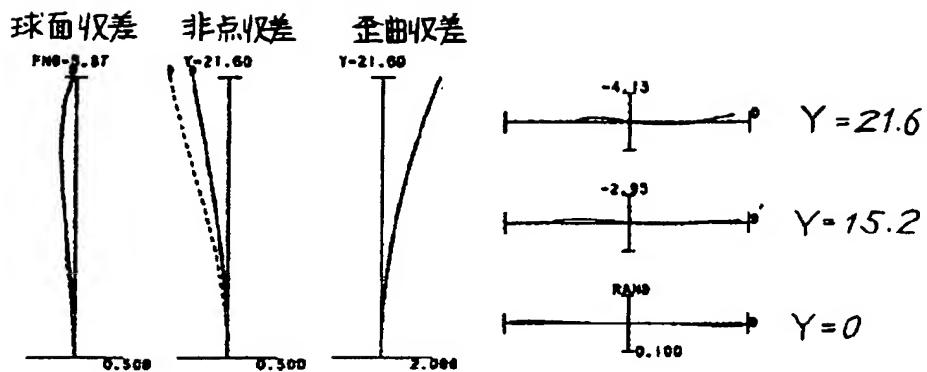
【図5】



補正時の横収差



【図6】



補正時の横収差

